

## ===== WPI =====

- TI - Operation support system for batch processing type plants e.g. chemical plant - has timing calculation unit that calculates timing data of specific processing factor by referring relation setting unit based on data related to processing quantity output from data collection unit
- AB - J10228312 The system (10) performs statistical processing of quality indication data for products of each batch, time sequential data of processing quantity and the timing data of specific processing factor that influences product quality, by regression analysis. A relation setting unit (14) stores the relation between timing data of specific processing factor leading to desirable product quality and time sequential data of processing quantity. A data collection unit (16) receives the data related to processing quantity from sensors provided in the plant. A timing calculation unit (20) calculates timing data of specific processing factor by referring relation setting unit based on output of data collection unit.
- USE - For petrochemical factory.
- ADVANTAGE - Prevents variation in quality of products produced in various batches.
- (Dwg.1/8)
- PN - JP10228312 A 19980825 DW199844 G05B23/02 008pp
- PR - JP19970031920 19970217
- PA - (MITU ) MITSUBISHI CHEM CORP
- MC - J04-X
- T01-J05A T01-J07B T06-A08 T06-D10
- DC - J04 T01 T06
- IC - B01J19/00 ;G05B23/02 ;G06F17/60
- AN - 1998-516502 [44]

## ===== PAJ =====

- TI - OPERATION SUPPORTING DEVICE FOR BATCH PROCESS PLANT
- AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plant operation supporting device capable of rationally setting up the participant timing of a specific process factor exerting influence upon the indication of a quality factor of a product.
- SOLUTION: The operation supporting device 10 is provided with a data storage means 12, a relative expression setting means 14, a data collecting means 16, an event recognizing means 18, a timing calculating means 20, and output means 22. The means 12 stores basic data for setting up a quality predicting model by the means 14. The means 14 executes the PLS processing of the basic data stored in the means 12 to set up the quality predicting model. The means 16 collects and stores the current process state value of the plant. The means 18 recognizes the generation of an event based on the process state value and stores the recognized result as event generation history. The means 20 calculates the charging timing of a catalyst in accordance with the quality predicting model based on the event generation history and the event generation information. The means 22 displays the catalyst charging timing on the screen of a monitor.
- PN - JP10228312 A 19980825
- \*PD - 1998-08-25
- ABD - 19981130
- ABV - 199813
- AP - JP19970031920 19970217
- PA - MITSUBISHI CHEM CORP
- IN - KONO KOJI;YABUKAME YASUAKI
- I - G05B23/02 ;G05B23/02 ;B01J19/00 ;G06F17/60

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-228312

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月25日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

G 0 5 B 23/02

識別記号

3 0 1

F I

G 0 5 B 23/02

3 0 1 J

3 0 1 U

R

B 0 1 J 19/00

B 0 1 J 19/00

J

G 0 6 F 17/60

G 0 6 F 15/21

R

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平9-31920

(22) 出願日

平成9年(1997) 2月17日

(71) 出願人 000005968

三菱化学株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

(72) 発明者 河野 浩司

三重県四日市市東邦町1番地 三菱化学株

式会社四日市事業所内

(72) 発明者 藪 聡明

三重県四日市市東邦町1番地 三菱化学株

式会社四日市事業所内

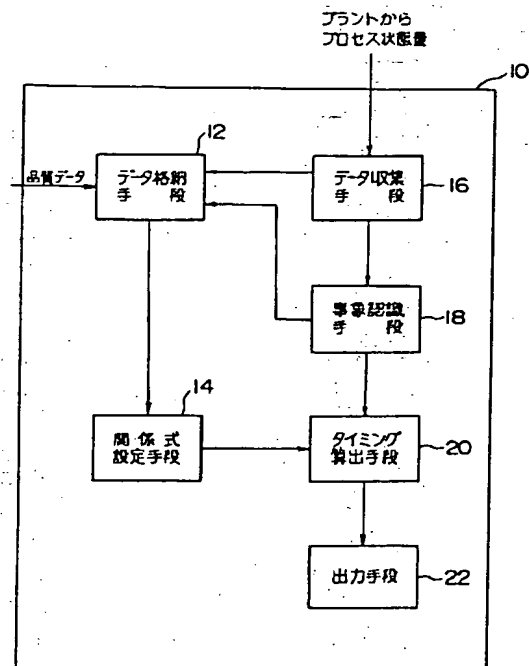
(74) 代理人 弁理士 稲垣 清

(54) 【発明の名称】 バッチ・プロセス・プラントの運転支援装置

(57) 【要約】

【課題】 製品の品質因子の示度に影響を与える特定プロセス因子の関与タイミングを合理的に設定する、プラントの運転支援装置を提供する。

【解決手段】 本運転支援装置10は、データ格納手段12、関係式設定手段14、データ収集手段16、事象認識手段18、タイミング算出手段20、及び、出力手段22を備える。データ格納手段は、関係式設定手段による品質予測モデル設定のための基礎データを格納する。関係式設定手段は、データ格納手段の基礎データをPLS処理して、品質予測モデルを確立する。データ収集手段は、プラントの現時点のプロセス状態量を収集し、格納する。事象認識手段は、プロセス状態量に基づいて、事象の発生を認識すると共に事象発生履歴として格納する。タイミング算出手段は、事象発生履歴及び事象発生の情報に基づき、品質予測モデルに従って、触媒投入のタイミングを算出する。出力手段は、触媒投入タイミングをモニター画面上に表示する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 バッチ・プロセス・プラントの運転を支援して、製品の品質を特徴付ける品質因子の示度を向上させ、品質の高い製品を得るようにしたプラントの運転支援装置であって、

各バッチ毎の製品の品質因子の示度データ、その製品を得たバッチ運転で計測したプロセス状態量の時系列データ、並びに、その製品の品質因子の示度に影響した特定プロセス因子の関与タイミングの時間的データについて回帰分析法による統計的処理を施し、品質因子の好ましい示度を得る特定プロセス因子の関与タイミングと、プロセス状態量の時系列データとの相関関係を示す関係式を予め確立し、記憶する関係式設定手段と、

プラントに設けられたセンサを介してプラントのプロセス状態量を収集するデータ収集手段と、

データ収集手段から入力されたプロセス状態量に基づき、関係式設定手段に記憶した関係式に従って、特定プロセス因子の関与タイミングを算出するタイミング算出手段とを備えていることを特徴とするバッチ・プロセス・プラントの運転支援装置。

【請求項2】 バッチ・プロセス・プラントの運転の各工程の開始時及び終了時に発生する事象と、その事象の発生時のプロセス状態量とを対応させて予め記憶し、データ収集手段によって得た現時点のプロセス状態量と、事象の発生時のプロセス状態量とを対比して、各事象の発生を認識すると共に、事象発生履歴を事象発生履歴として蓄積する事象認識手段を備え、

関係式設定手段は、品質因子の好ましい示度を得る特定プロセス因子の関与タイミングと、事象発生との相関関係を示す関係式を予め確立し、記憶し、

タイミング算出手段が、事象認識手段から入力された事象発生の情報及び事象発生履歴に基づき、関係式設定手段に記憶された関係式に従って、特定プロセス因子の関与タイミングを算出するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のバッチ・プロセス・プラントの運転支援装置。

【請求項3】 タイミング算出手段で算出された特定プロセス因子の関与タイミングをオペレータに伝達する出力手段を備えていることを特徴とする請求項1又は2に記載のバッチ・プロセス・プラントの運転支援装置。

【請求項4】 特定プロセス因子の関与が、触媒、副原料及び添加剤の少なくともいずれか一つを添加すること、並びに、温度、圧力、濃度等を含むプロセス条件の少なくともいずれかの一つを条件設定することの少なくとも一方であることを特徴とする請求項1から3のうちのいずれか1項に記載のバッチ・プロセス・プラントの運転支援装置。

【請求項5】 バッチ毎の製品の品質因子の示度データ、その製品を製造した際にデータ収集手段で収集したプロセス状態量の時系列データ及び特定プロセス因子の

関与タイミングの時間的データを格納するデータ格納手段を備え、

データ格納手段に格納されたデータを関係式設定手段による関係式設定のための基礎データとすることを特徴とする請求項1から4のうちのいずれか1項に記載のバッチ・プロセス・プラントの運転支援装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、バッチ・プロセス・プラントの運転を支援する装置に関し、更に詳細には、バッチ・プロセス・プラントの運転を支援して、品質が高く、かつバッチ毎の品質のバラツキがない製品を得るようにしたプラントの運転支援装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】化学工場、石油化学工場等のプロセスプラントの運転方式は、連続運転方式とバッチ運転方式とに大別できる。連続運転方式とは、プロセス工程順に、その工程の実施に専用のプロセス機器が設けられ、順次、配管で接続されている連続プロセス・プラントの運転に適用される方式で、少品種の製品銘柄の大量生産に適している。一方、バッチ運転方式は、少数個の比較的汎用のプロセス機器によって、多数工程の処理を、順次、行うバッチ・プロセス・プラントの運転に適用される方式で、多品種の製品銘柄の少量生産に適している。

【0003】バッチ・プロセス・プラントの運転（以下、簡単にバッチ運転と言う）では、連続運転方式とは異なり、プラントのプロセス条件が、非定常で、時間的に変化することが多いために、プラントの運転をオペレータの経験と勘とに委ねている場合が多い。例えば、主原料と副原料とを触媒の存在下で反応させて反応生成物を得るバッチ運転を例にして説明する。この反応工程のバッチ運転では、主原料と副原料とを反応器に投入し、攪拌機により攪拌しつつ所定温度に昇温し、次いで、触媒を投入して触媒反応を進行させ、完了させて、反応生成物を得ているとすると、従来は、反応器内の主原料及び副原料の混合物からなるプロセス対象物の温度、反応器内の圧力、攪拌時間等のプロセス状態量の計測値を参考にして、オペレータが、経験と勘とに頼って、触媒の投入タイミングを設定していた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、触媒の投入時期は、反応生成物の品質に大きく影響する因子の一つである。例えば、触媒の投入時期が遅すぎると、触媒反応が所定通り進行しないために、反応生成物の品質が低下する。逆に、触媒の投入時期が早すぎると、触媒反応が進行し過ぎるために、反応生成物の品質が低下する。しかし、上述の例では、触媒の投入タイミングの設定をオペレータの経験と勘とに頼っているために、タイミングが一定せず、反応生成物の品質がばらつくという問題

があった。以上の例では、触媒の投入を例に挙げて説明したが、添加剤の添加では、その添加タイミングも製品の品質に影響を与えるので、触媒の投入のタイミングと同様な問題があり、更には、プロセス条件、例えば加熱開始等のタイミングも製品の品質に影響するとするならば、そのタイミングについても、触媒の投入のタイミングと同様の問題がある。これらの問題を総合的に纏めるために、ここでは、例えば製品の純度、透明度、粘度、粒度分布等の製品の品質を示す因子を品質因子と定義し、一つの品質因子に関しその善し悪しを示す数値を品質因子の示度と定義し、また、触媒、添加剤、或いは加熱開始等の品質因子に影響を与えるプロセス因子を特定プロセス因子と定義し、触媒の投入タイミング、加熱開始のタイミング等を特定プロセス因子の関与タイミングと定義する。

【0005】本発明の目的は、オペレータの経験や勘に代えて、製品の品質因子の示度に影響を与える特定プロセス因子の関与タイミングを合理的に設定する、バッチ・プロセス・プラントの運転支援装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、特定プロセス因子の関与タイミングを含むプロセス状態量の変化、又は事象発生をプロセス変数として、予め、プロセス変数と品質因子の示度との相関関係（品質予測モデル）を確立し、バッチ運転時には、プロセス状態量又は事象発生をリアルタイムで認識し、確立した品質予測モデルに従って特定プロセス因子の関与タイミングを求めることを着想し、本発明を完成するに到った。

【0007】上記目的を達成するために、本発明に係る、バッチ・プロセス・プラントの運転支援装置は、バッチ・プロセス・プラントの運転を支援して、製品の品質を特徴付ける品質因子の示度を向上させ、品質の高い製品を得るようにしたプラントの運転支援装置であって、各バッチ毎の製品の品質因子の示度データ、その製品を得たバッチ運転で計測したプロセス状態量の時系列データ、並びに、その製品の品質因子の示度に影響した特定プロセス因子の関与タイミングの時間的データについて回帰分析法による統計的処理を施し、品質因子の好ましい示度を得る特定プロセス因子の関与タイミングと、プロセス状態量の時系列データとの相関関係を示す関係式を予め確立し、記憶する関係式設定手段と、プラントに設けられたセンサを介してプラントのプロセス状態量を収集するデータ収集手段と、データ収集手段から入力されたプロセス状態量に基づき、関係式設定手段に記憶した関係式に従って、特定プロセス因子の関与タイミングを算出するタイミング算出手段とを備えていることを特徴としている。

【0008】本発明で言う関係式は、いわゆる品質予測モデルであって、品質因子の好ましい示度を得る特定プ

ロセス因子の関与タイミングと、プロセス状態量の時系列データとの相関関係を示す式である。本発明で言う製品の品質因子は、製品の品質因子でも、最終工程前の中間製品又は中間体の品質因子でも良い。本発明で言うプロセス状態量とは、例えば、質量、温度、圧力、濃度、液面高さ等のプラント及び／又はプロセス対象物の物理的及び／又は化学的量、更にはプロセス対象物の存在の有無等を言う。また、特定プロセス因子は、製品の品質因子に影響するプロセス因子である限り制約はなく、関与とは、その特定プロセス因子がバッチ運転に関与してプロセス状態量に変化を引き起こし、従って製品の品質因子の示度に影響することを言う。例えば、特定プロセス因子の関与とは、触媒、副原料及び添加剤の少なくともいずれか一つを添加することでも良く、また、温度、圧力、濃度等を含むプロセス条件の少なくともいずれかの一つを新たに設定したり、変更したりすることでも良く、それらを組み合わせたものでも良い。

【0009】関係式設定手段は、バッチ毎及び計測時点毎の各プロセス状態量をPLS (Partial-Least Square) 処理することにより、品質因子の好ましい示度を得る特定プロセス因子の関与タイミングと、プロセス状態量の時系列データとの関係を示す関係式を、予め、確立し、記憶しておく。

【0010】種々のデータをPLS処理して関係式を確立する手法は、既知の手法であって、以下に、図3から図8を参照して、その手法を概念的に説明する。バッチ毎に、更には、工程毎に蓄積された、プロセス状態量の時系列データ、特定プロセス因子の関与タイミングの時間的データ、及び、製品の品質因子の示度データをデータベースから読み出す。データベースは、後述のように、本装置の一部をなすデータ格納装置に格納されていても、また、別個に設けられた記憶装置に格納されていても良い。

【0011】(1) 関係式設定手段は、先ず、バッチ運転の各バッチ（バッチ数は、1、2、...、 $i-1$ 、 $i$  の $i$  個とする）で得た製品の品質因子の示度データを読み出し、図3に示すように、 $n$  個の品質因子の軸とバッチ数の軸とからなるY空間を構成する。次いで、読み出した品質因子の示度データを主成分分析し、図4に示すように、品質因子のばらつきを特徴付けるベクトルQを算出する。図4は、粒径、分子量及び粘度の3品質因子をそれぞれX、Y及びZ軸に取り、各バッチの製品の粒径、分子量及び粘度の3品質因子の示度をそれぞれX、Y、Z軸の目盛りで示した $i$  個の点を示し、ベクトルQは3次元ベクトルとなっている。図4に示すように、ベクトルQは、各点の粒径、分子量及び粘度をそれぞれ平均して得た平均の粒径、分子量及び粘度を示す平均値点 $C_1$  点を通る。次いで、各バッチの品質因子の示度を示す点からベクトルQに垂線を下ろし、各垂線とベクトルQとの交点とベクトルの平均値点 $C_1$  との間の距離、 $u$

$u_1, u_2, \dots, u_{i-1}, u_i$  を算出し、  
 $u' = (u_1, u_2, \dots, u_{i-1}, u_i)$   
 とする。そして、品質データマトリックスを  $Y$  とし、  
 $Y = u \cdot Q'$   
 とする。ここで、 $u'$  は  $u$  の転置行列、及び  $Q'$  は  $Q$  の  
 転置行列である。

【0012】(2) 続いて、関係式設定手段は、バッチ  
 毎に、計測回数(サンプル数)毎に、その製品を得るバ  
 ッチ運転で計測したプロセス状態量をプロセス変数とし  
 て読み出し、図5に示すように、プロセス変数  $j$  (プロ  
 セス変数の数を  $j$  とする)の軸と、バッチ数  $i$  (バッチ  
 の数を  $i$  とする)の軸と、サンプル数  $k$  (サンプルの  
 数を  $k$  とする)の軸とからなる  $X$  空間を構成する。プロセ  
 ス変数は、例えば、プロセス対象物の温度、反応器のジ  
 ャケット温度、攪拌機の攪拌動力等である。尚、 $X$  空間  
 は、特定プロセス因子の関与タイミング、例えば触媒の  
 投入タイミングをプロセス変数の一つとして構成されて  
 いる。図6は、 $X$  空間をサンプル数軸方向に展開した図  
 であって、サンプル数毎に切った  $X$  空間の面を示してい  
 る。次いで、関係式設定手段は、サンプル数毎にプロセ  
 ス変数の主成分分析を行い、プロセス変数のバッチ毎の  
 ばらつきを特徴付けるベクトル  $P_k$  を算出する。例え  
 ば、プロセス変数としてプロセス対象物の温度、反応器  
 のジャケット温度及び攪拌機の攪拌動力を選択し、それ  
 ぞれを  $X$ 、 $Y$  及び  $Z$  軸の3次元座標で示すと、あるサン  
 プルでは、図7に示すように、各バッチのプロセス変  
 数、即ち、プロセス対象物の温度、ジャケット温度及び  
 攪拌動力をそれぞれ  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  軸の目盛りで示した  $i$  個  
 の点で示され、ベクトル  $P_k$  は3次元ベクトルとなってい  
 る。図7に示すように、ベクトル  $P_k$  は、各点のプロ  
 セス対象物の温度、ジャケット温度及び攪拌動力をそれ  
 ぞれ平均して得た平均のプロセス対象物の温度、ジャケ  
 ット温度及び攪拌動力を示す平均値点  $C_2$  点を通る。次  
 いで、各バッチのプロセス変数を示す点からベクトル  $P_k$   
 に垂線を下ろし、各垂線とベクトル  $P_k$  との交点と平均  
 値点  $C_2$  との間の距離  $t_i$  を算出する。そして、実績  
 データマトリックスを  $X$  とし、 $X = t \cdot P'$  とする。  
 ここで、 $t'$  は  $t$  の転置行列であって、 $t' = (t_1, t_2, \dots, t_i)$   
 である。また、 $P' k$  は  $P_k$  の転置行  
 列であって、 $P' k = (P_1, P_2, \dots, P_k)$  であ  
 る。

【0013】(3) 次いで、図8に示すように、各主成  
 分毎に  $t$  と  $u$  との間で線形もしくは非線形回帰分析を行  
 うことにより、 $t$  と  $u$  との相関関係を示す関係式  $F$   
 $(t, u)$  を導き出す。関係式は、各工程毎に設定され  
 たものでも、全工程を通して設定したものでも良い。各  
 工程毎に設定されている場合、工程の開始、終了時に発  
 生する事象と関係式とを関連させ、事象発生毎に異なる  
 関係式を選択するようにすることもできる。

【0014】データ収集手段は、バッチ運転中、常時作

動し、プロセス状態量を収集し、収集したプロセス状態  
 量データを記憶装置に記憶する。記憶装置は、データ収  
 集手段に付属した記憶装置でも、別に設けたコンピュ  
 ータの記憶装置でも良い。

【0015】タイミング算出手段は、バッチ運転の実行  
 過程で、データ収集手段から入力されたプロセス状態量  
 に基づいて、関係式設定手段に記憶した関係式に従って  
 特定プロセス因子の関与タイミングを算出する。例え  
 ば、タイミング算出手段は、関係式  $F(t, u)$  に  
 より、所望の  $u$ 、即ち品質因子の所望の示度を得るために  
 最適な  $t$ 、即ち特定プロセス因子の関与タイミングを、  
 逆に、あるタイミング  $t$  で特定プロセス因子を運転に  
 関与させたときに得ることのできる  $u$ 、即ち品質因子の  
 示度を求めることができる。特定プロセス因子の関与タイ  
 ミングの求め方は、特に制約はなく、例えば、触媒の投  
 入の場合、触媒の投入時刻を1分刻みで変更したデータ  
 を作成し、関係式により、それぞれの際の品質因子の示  
 度を求め、最適な投入時刻、最早投入時刻、又は最遅投  
 入時刻を求める。最適な投入時刻とは、品質因子の最も  
 高い示度を得ることのできる触媒の投入時刻であって、  
 最早投入時刻と最遅投入時刻との間にある。最早投入時  
 刻とは、触媒を投入できる最も早い時刻で、換言すれ  
 ば、その時刻から最遅投入時刻までの間で何時、触媒を  
 投入しても品質因子の所望の示度を得ることができる時  
 刻である。最遅投入時刻とは、最遅投入時刻より遅い時  
 点で触媒を投入すれば、品質因子の所望の示度を得るこ  
 とができなくなる時刻である。

【0016】本発明に係るバッチ・プロセス・プラント  
 の運転支援装置の各手段は、既知の小型コンピュータの  
 演算部、記憶部及び入出力部により構成することもでき  
 るし、大型コンピュータの演算部、記憶部、入出力部の  
 一部を利用することにより構成することもできる。

【0017】本発明の好適な実施態様は、バッチ・プロ  
 セス・プラントの運転の各工程の開始時及び終了時に発  
 生する事象と、その事象の発生時のプロセス状態量とを  
 対応させて予め記憶し、データ収集手段によって得た現  
 時点のプロセス状態量と、事象の発生時のプロセス状態  
 量とを対比して、各事象の発生を認識すると共に、事象  
 発生の履歴を事象発生履歴として蓄積する事象認識手段  
 を備え、関係式設定手段は、品質因子の好ましい示度を  
 得る特定プロセス因子の関与タイミングと、事象発生と  
 の相関関係を示す関係式を予め確立し、記憶し、タイミ  
 ング算出手段が、事象認識手段から入力された事象発生  
 の情報及び事象発生履歴に基づき、関係式設定手段に記  
 憶された関係式に従って、特定プロセス因子の関与タイ  
 ミングを算出する。事象認識手段は、現時点でデータ収  
 集手段から得たプロセス状態量が、事象認識手段に記憶  
 している事象発生時のプロセス状態量と同じと見なせる  
 時に、現時点で事象が発生した旨を認識する。尚、事象  
 認識手段は、発生した事象の履歴をその順序で整理し、

事象発生履歴として記憶するようにしても良い。

【0018】本発明で言う事象とは、各工程の開始時及び終了時にプラント及び／又はプロセス対象物に発生する物理的及び／又は化学的現象であって、例えば、原料として液体を反応器に投入して攪拌する工程で、工程の開始時に発生する事象は、反応器内の液体の存在であり、終了時に発生する事象は、攪拌の終了であって、攪拌開始から所定時間の経過を以て事象発生とすることができる。本発明で、工程とは、大工程、中工程及び小工程のいずれでも良く、また、工程を第1フェーズ、第2フェーズ等で更に細分した際の各フェーズをも意味する。例えば、原料として液体を反応器に投入して、攪拌する工程を、原料を運搬するフェーズ、反応器を開放するフェーズ、原料を反応器に投入するフェーズ、反応器を閉止するフェーズ、攪拌機の起動フェーズ等に細分しても良い。

【0019】本発明の別の好適な実施態様は、タイミング算出手段で算出された特定プロセス因子の関与タイミングをオペレータに伝達する出力手段を備えている。出力手段は、限定はなく、例えばモニターによる画面表示、プリンタによるプリント・アウト、ページングによる音声伝達等の出力手段を言う。

【0020】本発明の更に別の好適な実施態様は、バッチ毎の製品の品質因子の示度データ、その製品を製造した際にデータ収集手段で収集したプロセス状態量の時系列データ及び特定プロセス因子の関与タイミングの時間的データを格納するデータ格納手段を備え、データ格納手段に格納されたデータを関係式設定手段による関係式設定のための基礎データとする。これにより、関係式設定手段の関係式を設定するための基礎データを常に更新し、必要に応じて関係式を設定し直すことが容易になる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下に、添付図面を参照し、実施例を挙げて本発明の実施の形態を具体的かつ詳細に説明する。

#### 実施例

本実施例は、ラバー重合プロセスをバッチ運転してラバーを製造しているプラントの運転支援装置に本発明を適用し、触媒の投入を特定プロセス因子の関与とした例である。図1は本実施例のプラントの運転支援装置の構成を示すブロック図、及び図2は情報の流れを示す流れ図である。本実施例のプラントの運転支援装置10は、図1に示すように、データ格納手段12と、関係式設定手段14と、データ収集手段16と、事象認識手段18と、タイミング算出手段20と、出力手段22とを備えている。

【0022】データ格納手段12は、関係式設定手段14による関係式設定のための基礎データとするために、必要なデータ及び情報を基礎データ・ファイルT<sub>1</sub>に格

納する。例えば、基礎データ・ファイルT<sub>1</sub>に格納されるデータは、バッチ毎のラバー製品（又はラバー中間製品）の品質因子の示度データ、例えば製品分析室から入力された製品分析値、その製品を製造した際にデータ収集手段16で収集したプロセス状態量の時系列データ及び特定プロセス因子の関与タイミングの時間的データである。基礎データ・ファイルT<sub>1</sub>に格納される情報は、事象認識手段18により認識された事象の発生履歴、即ち事象発生履歴である。本実施例では、品質因子はラバー粒径であって、示度データはラバー粒径の寸法自体、すなわちRPS (Rubber Particle Size) であって、単位は $\mu\text{m}$ である。

【0023】関係式設定手段14は、データ格納手段12の基礎データ・ファイルT<sub>1</sub>に格納されたデータを読み出し、PLS処理を行って、好ましいRPSを得る触媒の投入タイミングと、プロセス状態量の時系列データとの相関関係を示す関係式F(t, u)、すなわち品質予測モデルを設定し、関係式ファイルT<sub>2</sub>に格納する。データ収集手段16は、プラント24に設けられたセンサから現時点のプロセス状態量を収集し、基礎データ・ファイルT<sub>1</sub>及び瞬間値格納ファイルT<sub>3</sub>に格納する。事象認識手段18は、バッチ運転の各工程の開始時及び終了時に発生する事象と、その事象の発生時のプロセス状態量とを対応させて予め記憶しておき、運転中は、データ収集手段16の瞬間値格納ファイルT<sub>3</sub>に格納された現時点のプロセス状態量と、事象の発生時のプロセス状態量とを対比して、各事象の発生を認識すると共に、事象発生履歴として事象発生履歴ファイルT<sub>4</sub>に格納する。また、事象発生履歴は、事象発生履歴ファイルT<sub>4</sub>から基礎データ・ファイルT<sub>1</sub>に転送され、関係式設定のための基礎データとなる。タイミング算出手段20は、事象発生履歴ファイルT<sub>4</sub>に格納された事象発生履歴、及び、事象認識手段18から入力された事象発生情報に基づき、関係式ファイルT<sub>2</sub>に格納された関係式に従って、触媒投入のタイミングを算出する。出力手段22は、モニター画面を備え、算出された触媒投入タイミングをモニター画面上に表示する。

【0024】以下に、本運転支援装置10の各手段の動作について、説明する。データ格納手段12は、プラントの運転中、常時、動作状態にあり、必要なデータ及び情報を基礎データ・ファイルT<sub>1</sub>に格納できる。関係式設定手段14は、プラントの運転中、関係式を格納した関係式ファイルT<sub>2</sub>を常時アクセス可能に維持し、プラントの運転停止中には、必要に応じて関係式を設定し、更新する。データ収集手段16は、プラントの運転中、常時、動作しており、プラント24に設けられたセンサから収集した現時点のプロセス状態量を一定周期で基礎データ・ファイルT<sub>1</sub>及び瞬間値格納ファイルT<sub>3</sub>に書き込む。事象認識手段18は、プラントの運転中、常時、動作しており、一定周期で瞬間値格納ファイルT<sub>3</sub>

を参照して事象発生を認識し、事象発生履歴ファイル $T_4$ に記憶すると共に特定に事象が発生した旨の信号をタイミング算出手段20に出力する。タイミング算出手段20は、事象認識手段18からの信号を受けて起動し、事象発生履歴ファイル $T_4$ に格納された事象発生履歴、及び、事象認識手段18から入力された事象発生の情報に基づき、関係式ファイル $T_2$ の関係式に従って触媒投入タイミングを算出し、出力手段22に出力指令を出す。出力手段22は、タイミング算出手段20の要求により、触媒投入タイミングをモニター画面上に表示する。

【0025】本実施例の運転支援装置10を使用し、以下のようにして、触媒投入タイミングを算出した。反応器内温度、ジャケット温度、反応器内圧力、攪拌機動力及び触媒投入時間（反応開始からの時間）をプロセス変数とし、1バッチ毎に、反応開始後、1分間隔で20回プロセス変数のデータを採取した。また、製品の品質因子としてラバー製品のRPSを計測した。同様に、15バッチの各バッチ運転のプロセス変数及び製品のRPSのデータをデータ格納手段12に蓄積した。次いで、データ格納手段12に蓄積したデータに基づいて、関係式設定手段14により、触媒投入タイミングと製品のRPSとの相関関係を示す関係式を設定し、反応を開始した時刻13:10の20分後から1分間隔で異なる触媒の投入タイミング毎の予測RPSをタイミング算出手段20により算出した。その結果は、表1の通りであった。

【0026】表1

触媒投入時間	予測RPS ( $\mu\text{m}$ )
20分	2.73
21分	2.73
22分	2.72
23分	2.72
24分	2.71
25分	2.70
26分	2.69
27分	2.69
28分	2.68

【0027】ここで、目標RPSを2.7~3.0 $\mu\text{m}$ とするならば、遅くとも時刻13:35までに触媒を投入することが必要である。出力手段22は、モニター画面上に「遅くとも時刻13:35までに触媒を投入せよ」と表示する。よって、オペレータは、遅くとも時刻13:35までに触媒を投入すれば、少なくとも2.7 $\mu\text{m}$ のRPSのラバー粒子を得ることができると認識で

きる。

【0028】

【発明の効果】本発明の構成によれば、特定プロセス因子の関与タイミングを含むプロセス状態量の変化、又は事象発生をプロセス変数として、プロセス変数と品質因子の示度との相関関係（品質予測モデル）を予め確立し、バッチ運転時には、プロセス状態量又は事象発生をリアルタイムで認識し、確立した品質予測モデルに従って特定プロセス因子の関与タイミングを求めることにより、製品の品質因子の示度に影響を与える特定プロセス因子の関与タイミングを合理的に設定することができる。バッチ・プロセス・プラントの運転支援装置を実現している。本発明に係るバッチ・プロセス・プラントの運転支援装置を使用することにより、各バッチで品質のバラツキがなく、しかも高品質の製品を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るバッチ・プロセス・プラントの運転支援装置の実施例の構成を示すブロック図である。

【図2】実施例のデータ及び情報の流れ図である。

【図3】品質因子とバッチ数とから構成されるY空間を示す概念図である。

【図4】Y空間の例を概念的に示した3次元座標系の斜視図である。

【図5】プロセス変数、バッチ数及びサンプル数とから構成されるX空間を示す概念図である。

【図6】図5のX空間をサンプル数方向に展開した展開図である。

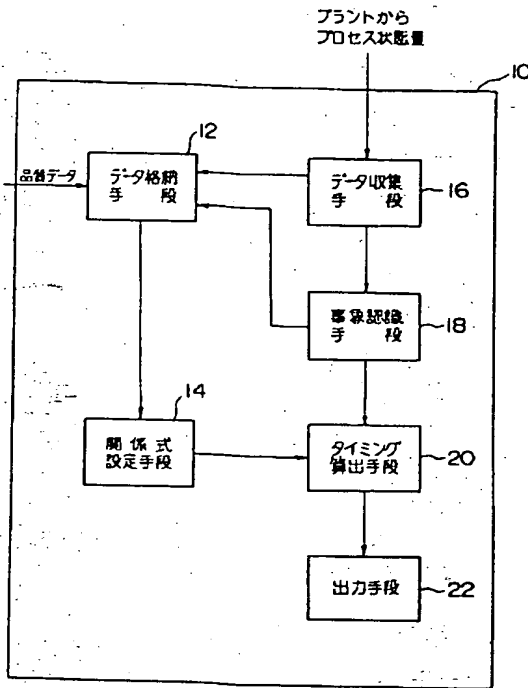
【図7】X空間の例を概念的に示した3次元座標系の斜視図である。

【図8】 $t$ と $u$ との関係を回帰分析法で求めることを説明する概念図である。

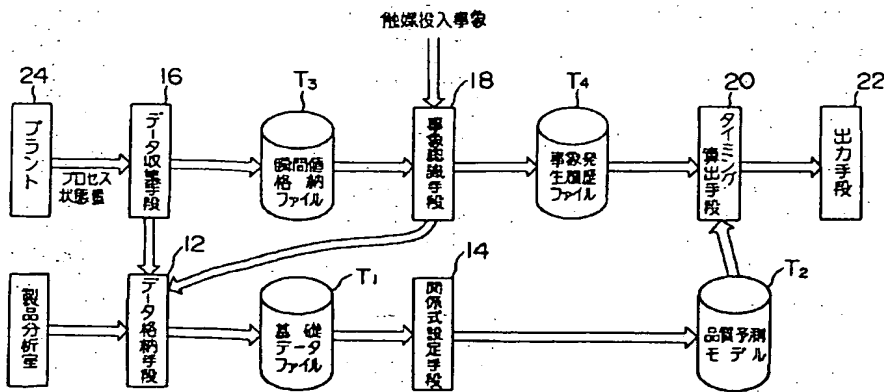
【符号の説明】

- 10 プラントの運転支援装置の実施例
- 12 データ格納手段
- 14 関係式設定手段
- 16 データ収集手段
- 18 事象認識手段
- 20 タイミング算出手段
- 22 出力手段
- 24 プラント
- $T_1$  基礎データ・ファイル
- $T_2$  関係式ファイル
- $T_3$  瞬間値格納ファイル
- $T_4$  事象発生履歴ファイル

【図1】



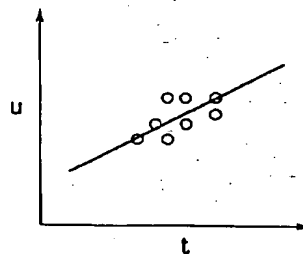
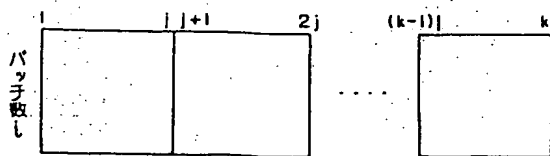
【図2】



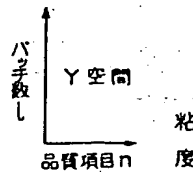
【図6】

【図8】

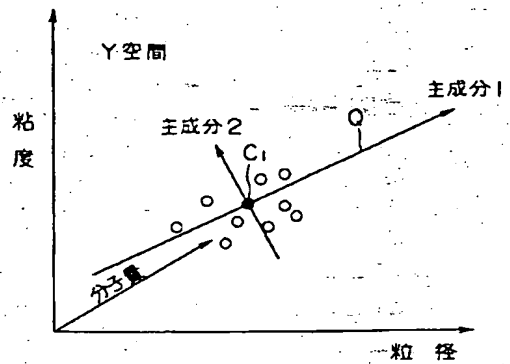
X空間をサンプル数方向に展開



【図3】



【図4】



【図5】

